

15704145

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 2 7 日  
Date of Application:

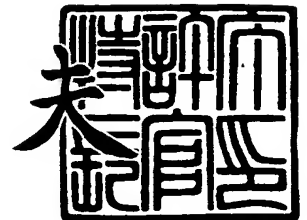
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 8 7 2 4 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 8 7 2 4 3 ]

出      願      人                      日 本 航 空 電 子 工 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 8 7 3 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 JAE03N7102

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01P

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂 1 丁目 2 1 番 2 号 日本航空電子工業株式会社内

    【氏名】 大野 有孝

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂 1 丁目 2 1 番 2 号 日本航空電子工業株式会社内

    【氏名】 臼井 竜治

【特許出願人】

    【識別番号】 000231073

    【氏名又は名称】 日本航空電子工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100066153

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 草野 卓

【選任した代理人】

    【識別番号】 100100642

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 稲垣 稔

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002897

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708750

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバジャイロ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源から出射した光を光ファイバケーブルを介して送り出し、偏光子として動作すると共に分岐光導波路として動作する Y 分岐型光導波路より成る基板型光集積回路に入射せしめ、基板型光集積回路に入射して 2 分岐された光の一方を光ファイバコイルの一端に右回り光として入射せしめると共に他端に左回り光として入射せしめ、光ファイバコイルを周回した左右両回り光を基板型光集積回路に入射して合波干渉させ、合波干渉光を光ファイバケーブルを介して受光器に導入し、その光強度を電気信号に変換し、この電気信号から光ファイバコイルの軸回りに印加される角速度を検出する光ファイバジャイロにおいて、

基板型光集積回路の光導波路の光源側端部には長さ  $L_i$  の光源側偏波面保存光ファイバを光導波路の TM モード軸と光源側偏波面保存光ファイバの遅相軸とが一致する軸合わせをして接合すると共に、基板型光集積回路の光導波路の光ファイバコイル側端部の一方には長さ  $L_{01}$  の第 1 の偏波面保存光ファイバを、他方には長さ  $L_{02}$  の第 2 の偏波面保存光ファイバを、光導波路の TM モード軸と偏波面保存光ファイバの遅相軸とが一致する軸合わせをして接続し、

第 1、第 2 の偏波面保存光ファイバの光ファイバコイル側には、更に、それぞれ長さ  $L_1$ 、 $L_2$  の第 3、第 4 の偏波面保存光ファイバを偏波軸を互いに  $45^\circ$  傾斜した状態で接続してデポラライザ部を構成し、

偏波面保存光ファイバの両偏波モード間で光源の光のコヒーレンス長を超えるだけの遅延を生じる偏波面保存光ファイバの長さの 1 単位を  $L$  として、長さ  $L_i$ 、 $L_{01}$ 、 $L_{02}$ 、 $L_1$ 、 $L_2$  の寸法を  $1L$  以上、 $2L$  以上、 $4L$  以上、 $8L$  以上、 $16L$  以上とすると共に、これらの内の何れの 2 つも互いの長さの差を  $1L$  以上に設定したことを特徴とする光ファイバジャイロ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

この発明は、光ファイバジャイロに関し、特に、デポラライザの構成に必要な

軸合わせ 45° の接続は光ファイバ融着接続機を使用する極く簡単な偏波面保存光ファイバ同士の相互接続とすることにより、製造の容易性と軸合わせ誤差の低減とを満足する光ファイバジャイロに関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

当該特許出願人の出願に関わる光ファイバジャイロの先行例を図2を参照して説明する（特許文献1 参照）。

光源1から出射した光を光ファイバ11に入射せしめ、第1光分岐器2である光ファイバカプラ2を介して送り出し、第2光分岐器3に入射せしめる。この第2光分岐器3は、偏光子として動作すると共に分岐光導波路として動作するY分岐型ニオブ酸リチウムの光導波路30より成る基板型光集積回路3により構成されている。基板型光集積回路3に入射して分岐された光の一方を光ファイバコイル4の一端に右回り光として入射せしめると共に他端に左回り光として入射せしめる。ここで、光ファイバコイル4の一端に右回り光として入射した光は、基板型光集積回路3のY分岐光導波路30を通過中に、フィードバック信号に励振される位相変調器により光ファイバコイル4の周回に先だって位相変調されると共に周回の後に位相変調信号に励振される位相変調器により位相変調される。光ファイバコイル4の他端に左回り光として入射した光は、基板型光集積回路3のY分岐光導波路30を通過中に、光ファイバコイル4の周回に先だって位相変調信号に励振される位相変調器により位相変調されると共に、フィードバック信号に励振される位相変調器により光ファイバコイル4の周回後に位相変調される。

#### 【0003】

光ファイバコイル4を周回した左右両回り光を基板型光集積回路3に再入射せしめて合波干渉させる。基板型光集積回路3において生成した合波干渉光を光ファイバカプラ2に再入射して分岐取り出し、分岐した合波干渉光の一部を受光器5に導入してその光強度を電気信号に変換する。受光器5から出力される電気信号を検波回路7に入力して検波する。検波された信号は、光ファイバコイル4の左右両回り光間の位相差に対応した信号であり、フィードバック信号発生回路8に供給される。フィードバック信号発生回路8は、フィードバック信号を第2光分

岐器 3 に供給すると共に、光ファイバコイル 4 の軸回りに印加される角速度を検出する次段に出力する。

#### 【0004】

以上の光ファイバジャイロにおいて、光源 1 から基板型光集積回路 3 に到る光ファイバ光導波路の内の基板型光集積回路 3 を形成する光導波路 30 の端部に接続する光源側の光導波路としては、その両偏波モード間で光源 1 の出射する光のコヒーレント時間を少なくとも超えるだけの長さ  $L$  を有する偏波面保存光ファイバ 31 が使用される。光源側の偏波面保存光ファイバ 31 の光源側の端部と光源 1 とを結合する導光経路を構成する光ファイバカップラ 2 および光ファイバ 11 は何れもシングルモード光ファイバにより構成する。

#### 【0005】

第 2 光分岐器を構成する基板型光集積回路 3 の光導波路 30 と光源側の偏波面保存光ファイバ 31 との間は、光導波路 30 の TM モード軸と光源側の偏波面保存光ファイバ 31 の遅延軸 (TM) とを軸合わせして偏波面を一致した状態に接合する。なお、第 2 光分岐器を構成する基板型光集積回路 3 内の消光モードである迷光成分の TM モード、TE モード間で生じる遅延についても、これが偏波面保存光ファイバの群遅延の作用に対する相殺作用を奏することを避ける必要上からも、この光ファイバ 31 と基板型光集積回路 3 の光導波路 30 との間の接合は遅相軸 (TM) 同士、速相軸 (TE) 同士を一致させる必要がある。

#### 【0006】

ところで、基板型光集積回路 3 について、光ファイバジャイロに用いられる基板型光集積回路の典型はプロトン交換法によって Y 分岐型のニオブ酸リチウムの光学結晶基板に作製される光導波路であり、これは通常の光導波路において生起する TE (電界成分)、TM (磁界成分) の 2 つの偏波モードの内の、TE モードだけが導波モードとして形成され、TM モードが導波モードとして成立しない性格を利用するものである。即ち、プロトン交換型のニオブ酸リチウムの光導波路は、それ自体極めて消光比の高い偏光子の機能を備える。偏光子の機能を有する基板型の光集積回路 3 において、消光されるべき偏光成分、即ち、TM モード光が実際は伝送モード (TE モード) に結合することなく漏洩されたにも拘わら

ず、例えば、基板の底面に反射して偏波状態の変換（モード変換）が生じてその一部がTM伝送モードに再結合する現象が起こることがある。この消光モードの伝送モードへの不規則な再結合は、結果的に、見かけ上偏光子の消光比不足の様な現象を呈し、光ファイバジャイロの出力誤差、即ち、バイアスの原因となる。この通りに、プロトン交換型の光導波路であれば本来充分の消光比が取れる筈にも拘わらず、消光不足によるバイアスを見ることがある。

#### 【0007】

光ファイバコイル4はシングルモード光ファイバにより構成され、その左右両端にはそれぞれ基板型光集積回路3から延伸する第1の偏波面保存光ファイバ32および第2の偏波面保存光ファイバ33が接続している。この第1の偏波面保存光ファイバ32の偏波軸と基板型光集積回路3のY分岐光導波路30の偏波軸とを互いに45°傾斜して接続してここにデポラライザとして動作する部分を構成し、この第1の偏波面保存光ファイバ32の長さは先の光源側偏波面保存光ファイバ31の長さLに対して少なくとも2L以上の長さに設定される。第2の偏波面保存光ファイバ33の偏波軸と基板型光集積回路3のY分岐光導波路30の偏波軸も互いに45°傾斜して接続してここにデポラライザとして動作する部分を構成する。第2の偏波面保存光ファイバ33の長さは少なくとも4L以上の長さに設定される。

#### 【0008】

上述した通り、光源1から出射する光のコヒーレンスに対して充分の群遅延を生じる偏波面保存光ファイバの長さの1単位をLとし、光源側偏波面保存光ファイバ31の長さを1L、第1の偏波面保存光ファイバ32の長さを2L以上、第2の偏波面保存光ファイバ33の長さを4L以上とすることにより、バイアスの完全に抑圧されたシングルモード光ファイバを主とする安価な光ファイバジャイロを実現することができる。

#### 【0009】

【特許文献 1】 特願2002-319872号 明細書

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】

上述した先行例は、基板型光集積回路 3 を形成する光導波路 30 の光源側の端部に対して偏波面保存光ファイバ 31 を光導波路 30 の TM モード軸と偏波面保存光ファイバ 31 の遅相軸とを一致させる軸合わせ角  $0^\circ$  の軸合わせで接続すると共に、光ファイバコイル 4 側の端部に対して、第 1 および第 2 の偏波面保存光ファイバ 32 および 33 を偏波軸を  $45^\circ$  傾斜した状態で接続してデポラライザとして動作する部分を構成する。この場合、基板型光集積回路 3 の光導波路 30 の端面に偏波面保存光ファイバ 32 或いは 33 の偏波軸を  $45^\circ$  傾斜した状態に接続することは製造上の困難を伴い、偏波軸の  $45^\circ$  の角度合わせの精度も良好とは言い難い。以下、図 3 を参照してこれを説明する。

#### 【0011】

基板型光集積回路 3 の光導波路 30 の端面に対する偏波面保存光ファイバ 32 或いは 33 の接続は、先ず、偏波面保存光ファイバ 32 或いは 33 の端部を基板型光集積回路 3 の基板と同一材料より成るキャリア 39 に接着剤で装着固定し、次いで、このキャリア 39 の端面部を基板型光集積回路 3 の端面部に係合位置決めし、光導波路 30 の端面と偏波面保存光ファイバ 32 或いは 33 の端面とを一致させて相互接続する。

ここで、偏波面保存光ファイバ 32 或いは 33 にキャリア 39 を装着する第 1 の工程は、偏波面保存光ファイバ 32 或いは 33 の端部を回転機能付きのマニピュレータで把持し、図 3 (b) に示される如く偏波軸方向に整列する端面の応力付与部を顕微鏡で視認しながら、応力付与部が規定する偏波軸の方位をキャリア 39 の端面部と平行となる様に回転して角度合わせ固定する。キャリア 39 を基板に接着固定する第 2 の工程は、両者の外形を頼りに目視で行われる。

#### 【0012】

しかるに、この第 1 の工程において、応力付与部の視認で把握される偏波軸をキャリア 39 の端面部に対して整列するに際して角度誤差の発生は避け得ないものである。更に、これを  $45^\circ$  傾斜させた状態に角度合わせすることは、両者を単に平行に揃える場合と比較して困難の度合いは増大し、不正確になる。

ところで、上述の如き基板型光導波路対光ファイバの接続ではなくして、光ファイバ対光ファイバの接続においては、その応力付与部を側方から光学的に観測



しながら画像解析して正確に任意の相対角度に角度合わせして両ファイバを融着接続する技術が確立しており、これは市販の光ファイバ融着接続機により自動的に実施することができる。この発明は、この光ファイバ融着を採用して以上の困難を解消した、可干渉性の遮光に起因する出力バイアスを抑圧する光ファイバジャイロを提供するものである。

### 【0013】

#### 【課題を解決するための手段】

光源1から出射した光を光ファイバカップラ2を介して送り出し、偏光子として動作すると共に分岐光導波路として動作するY分岐型光導波路より成る基板型光集積回路3に入射せしめ、基板型光集積回路3に入射して2分岐された光の一方を光ファイバコイル4の一端に右回り光として入射せしめると共に他端に左回り光として入射せしめ、光ファイバコイル4を周回した左右両回り光を基板型光集積回路3に入射して合波干渉させ、合波干渉光を光ファイバカップラ2を介して受光器5に導入し、その光強度を電気信号に変換し、この電気信号から光ファイバコイル4の軸回りに印加される角速度を検出する光ファイバジャイロにおいて、基板型光集積回路3の光導波路30の光源側端部には長さ $L_i$ の光源側偏波面保存光ファイバ31を光導波路30のTMモード軸と光源側偏波面保存光ファイバ31の遅相軸とが一致する軸合わせをして接合すると共に、基板型光集積回路3の光導波路30の光ファイバコイル側端部の一方には長さ $L_{01}$ の第1の偏波面保存光ファイバ32を、他方には長さ $L_{02}$ の第2の偏波面保存光ファイバ33を、光導波路30のTMモード軸と偏波面保存光ファイバの遅相軸とが一致する軸合わせをして接続し、第1、第2の偏波面保存光ファイバ32、33の光ファイバコイル側には、更に、それぞれ長さ $L_1$ 、 $L_2$ の第3、第4の偏波面保存光ファイバ32'、33'を偏波軸を互いに $45^\circ$ 傾斜した状態で接続してデポラライザ部を構成し、偏波面保存光ファイバの両偏波モード間で光源1の光のコヒーレンス長を超えるだけの遅延を生じる偏波面保存光ファイバの長さの1単位を $L$ として、長さ $L_i$ 、 $L_{01}$ 、 $L_{02}$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ の寸法を $1L$ 以上、 $2L$ 以上、 $4L$ 以上、 $8L$ 以上、 $16L$ 以上とすると共に、これらの内の何れの2つも互いの長さの差を $1L$ 以上に設定した光ファイバジャイロを構成した。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を図1を参照して説明する。

光源1から出射した光を光ファイバ11に入射せしめ、第1光分岐器で光ファイバカプラ2を介して送り出し、第2光分岐器である基板型光集積回路3に入射せしめる。この基板型光集積回路3は、偏光子として動作すると共に分岐光導波路として動作するY分岐型ニオブ酸リチウムの光導波路30により構成されている。基板型光集積回路3に入射して分岐された光の一方を光ファイバコイル4の一端に右回り光として入射せしめると共に、他端に左回り光として入射せしめる。ここで、光ファイバコイル4の一端に右回り光として入射した光は、基板型光集積回路3を通過中に、フィードバック信号に励振される位相変調器により光ファイバコイル4の周回に先だって位相変調されると共に周回の後に位相変調信号に励振される位相変調器により位相変調される。光ファイバコイル4の他端に左回り光として入射した光は、基板型光集積回路3を通過中に、光ファイバコイル4の周回に先だって位相変調信号に励振される位相変調器により位相変調されると共に、フィードバック信号に励振される位相変調器により光ファイバコイル4の周回後に位相変調される。光ファイバコイル4を周回伝播した左右両回り光を基板型光集積回路3に再入射せして合波干渉させる。基板型光集積回路3において生成した合波干渉光を光ファイバカプラ2に再入射して分岐取り出し、分岐した合波干渉光の一部を受光器5に導入し、その光強度を電気信号に変換する。受光器5から出力される電気信号を検波回路7に入力して検波する。検波された信号は、光ファイバコイル4の左右両回り光間の位相差に対応した信号であり、フィードバック信号発生回路8に供給される。フィードバック信号発生回路8はフィードバック信号を基板型光集積回路3の変調器にA部を介して供給すると共に光ファイバコイル4の軸回りに印加される角速度を検出する次段に出力する。

## 【0015】

基板型光集積回路3の光導波路30の光源側端部には、長さ $L_1$ の光源側偏波面保存光ファイバ31を、光導波路30のTMモード軸と光源側偏波面保存光ファイバ31の遅相軸とが一致する軸合わせをして接続する。基板型光集積回路3

の光導波路 30 の光ファイバコイル側端部の一方には、長さ  $L_{01}$  の第 1 の偏波面保存光ファイバ 32 を、光導波路 30 の TM モード軸と偏波面保存光ファイバ 32 の遅相軸とが一致する軸合わせ角  $0^\circ$  の軸合わせをして接続する。他方にも、長さ  $L_{02}$  の第 2 の偏波面保存光ファイバ 33 を、光導波路 30 の TM モード軸と偏波面保存光ファイバ 33 の遅相軸とが一致する軸合わせ角  $0^\circ$  の軸合わせをして接続する。

#### 【0016】

この実施例は、第 1 の偏波面保存光ファイバ 32 の光ファイバコイル 4 側に、更に、長さ  $L_1$  の第 3 の偏波面保存光ファイバ 32' を偏波軸を互いに  $45^\circ$  傾斜した状態で接続して接続部をデポラライザとしている。そして、第 2 の偏波面保存光ファイバ 33 の光ファイバコイル 4 側に、更に、長さ  $L_2$  の第 4 の偏波面保存光ファイバ 33' を偏波軸を互いに  $45^\circ$  傾斜した状態で接続して接続部をデポラライザとしている。偏波面保存光ファイバ相互間の偏波軸を互いに  $45^\circ$  傾斜した接続は、光ファイバ融着接続機を使用し、偏波面保存光ファイバとしてパンダ型光ファイバを採用し、パンダ型光ファイバの偏波面を機械的に合わせ、次いで、 $45^\circ$  ずらすことにより容易に実施することができる。

#### 【0017】

ここで、以上の偏波面保存光ファイバの両偏波モード間で光源 1 の光のコヒーレンス長を超えるだけの遅延を生じる偏波面保存光ファイバの長さの 1 単位を  $L$  として、第 1 の偏波面保存光ファイバ 32 の長さ  $L_{01}$  を  $1L$  以上に設定し、第 2 の偏波面保存光ファイバ 33 の長さ  $L_{02}$  を  $2L$  以上に設定し、第 3 の偏波面保存光ファイバ 32' の長さ  $L_1$  を  $8L$  以上に設定し、第 4 の偏波面保存光ファイバ 33' の長さ  $L_2$  を  $16L$  以上に設定する。但し、これらの内の何れの 2 つも互いの長さの差を  $1L$  以上に設定する。

#### 【0018】

この実施例において、これら 5 本の偏波面保存光ファイバ 31、32、33、32'、33' 以外の光ファイバおよび光学素子は、光ファイバカップラ 2 および光ファイバコイル 4 を含めすべてシングルモード光ファイバで構成することができる。

## 【0019】

## 【発明の効果】

上述した通りであって、この発明に依れば、Y分岐型光導波路の3箇所ファイバ接続部に短尺の偏波面保存光ファイバを光導波路のTMモード軸と偏波面保存光ファイバの遅相軸とを一致させる軸合わせ角 $0^\circ$ の比較的实施の容易な軸合わせで接続し、光源から第一光分岐器である光ファイバカップラ内の偏波揺らぎの影響を抑えると共に、デポライザの構成に必要な軸合わせ $45^\circ$ の接続は光ファイバ融着接続機を使用する極く簡単な偏波面保存光ファイバ同士の相互接続とすることにより、製造の容易性と軸合わせ誤差の低減とを満足する光ファイバジャイロを提供することができた。

## 【0020】

この発明は、偏波面保存光ファイバの両偏波モード間で光源1の光のコヒーレンス長を超えるだけの遅延を生じる偏波面保存光ファイバの長さの1単位をLとして、長さ $L_i$ 、 $L_{01}$ 、 $L_{02}$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ の寸法を1L以上、2L以上、4L以上、8L以上、16L以上とすると共に、これらの内の何れの2つも互いの長さの差を1L以上に設定して光成分の互いの可干渉性を喪失させることにより、光導波路と偏波面保存光ファイバとの間の軸合わせ角度 $0^\circ$ の接続においても避け得ない残余の角度誤差、および先行例において説明されている基板型光集積回路内で生じる迷光の再結合、に起因する直交両偏波モード間の可干渉性クロストークによる出力バイアスを十分に低減することができた。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

実施例を説明する図。

## 【図2】

先行例を説明する図。

## 【図3】

基板型光集積回路の光導波路と偏波面保存光ファイバの接続を説明する図。

## 【符号の説明】

1 光源

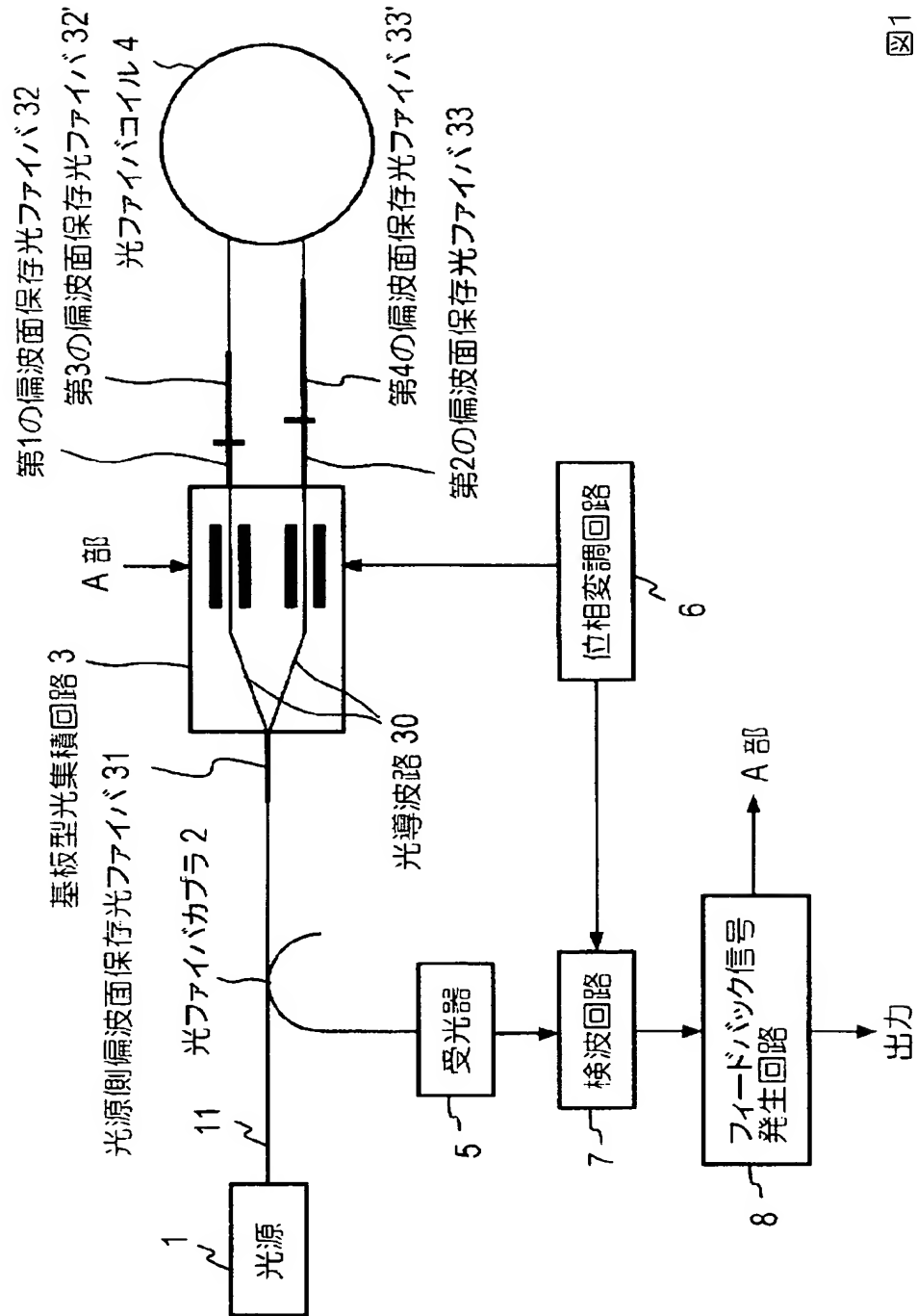
2 光ファイバカップラ

3	基板型光集積回路	4	光ファイバコイル
5	受光器	3 0	光導波路
3 1	光源側偏波面保存光ファイバ	3 2	第 1 の偏波面保存光ファイバ
3 3	第 2 の偏波面保存光ファイバ	3 2'	第 3 の偏波面保存光ファイバ
3 3'	第 4 の偏波面保存光ファイバ	3 9	キャリア

【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】

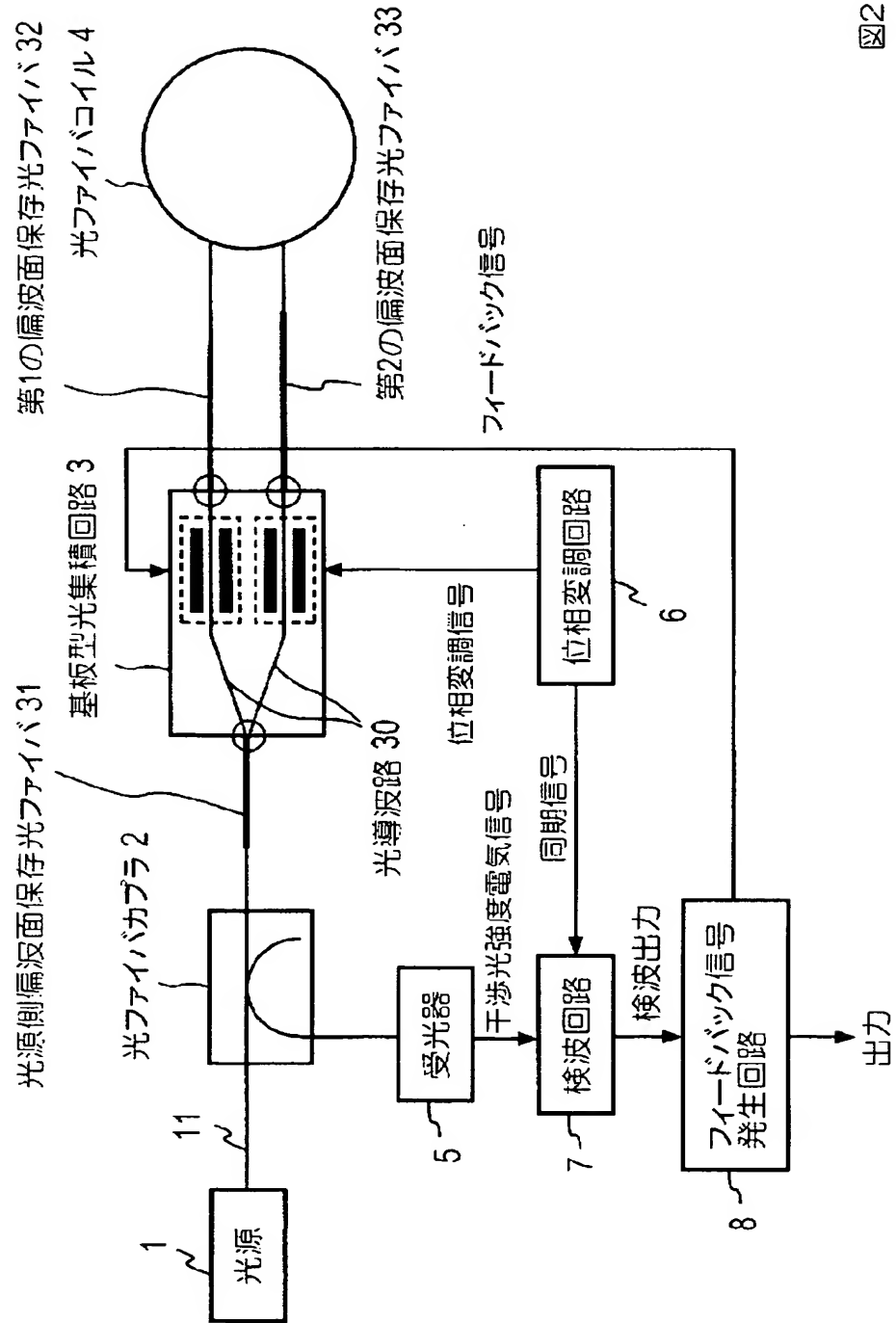


図2

【図 3】

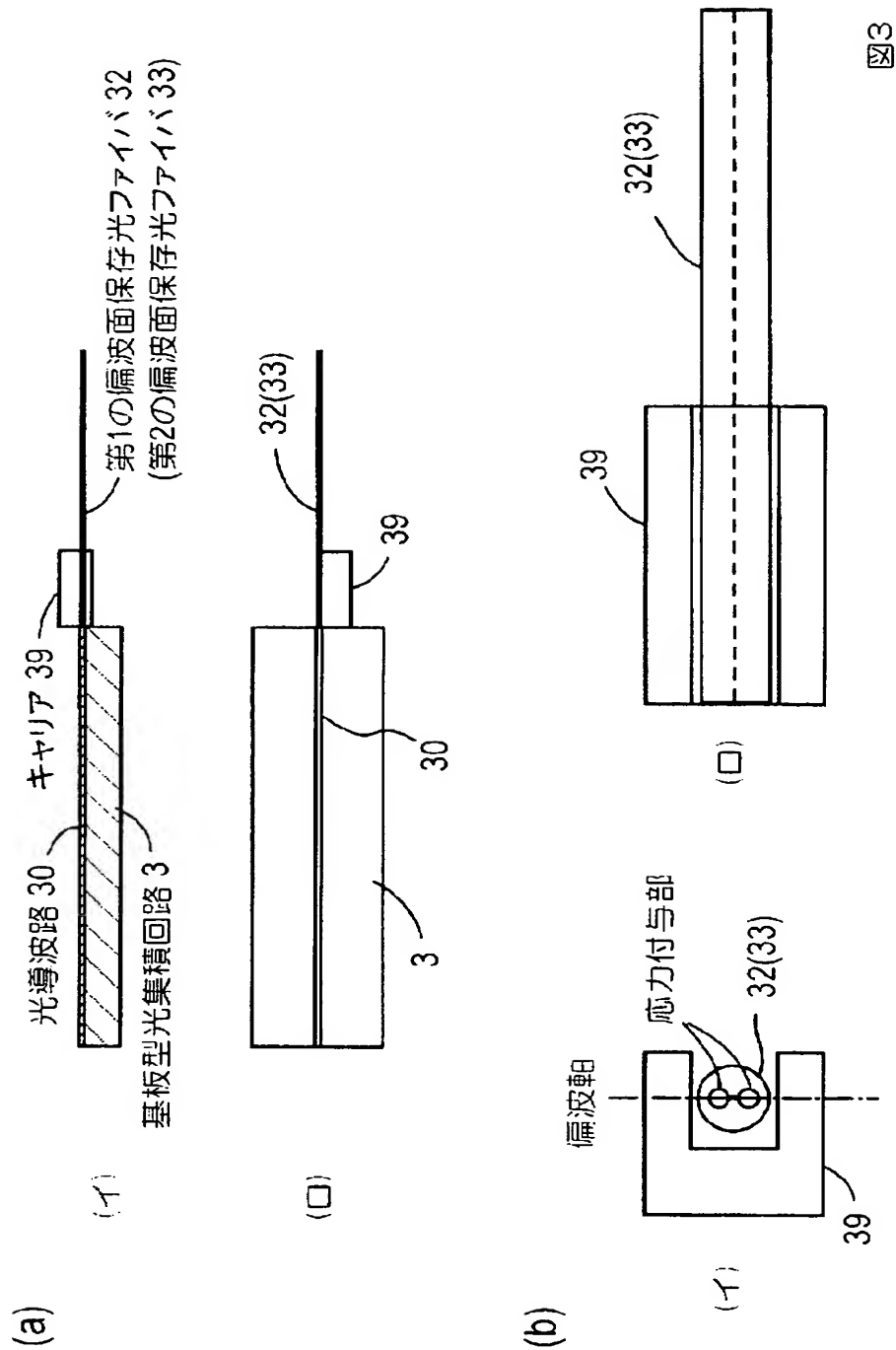


図3



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 デポラライザの構成に必要な軸合わせ  $45^\circ$  の接続は光ファイバ融着接続機を使用する極く簡単な偏波面保存光ファイバ同士の相互接続とした、製造の容易性と軸合わせ誤差の低減とを満足する光ファイバジャイロを提供する。

【解決手段】 基板型光集積回路 3 の光導波路 30 に接続する第 1、第 2 の偏波面保存光ファイバ 32、33 の光ファイバコイル側に、更に、それぞれ長さ  $L_1$ 、 $L_2$  の第 3、第 4 の偏波面保存光ファイバ 32'、33' を偏波軸を互いに  $45^\circ$  傾斜した状態で接続してデポラライザ部を構成し、偏波面保存光ファイバの両偏波モード間で光源 1 の光のコヒーレンス長を超えるだけの遅延を生じる偏波面保存光ファイバの長さの 1 単位を  $L$  とし、長さ  $L_i$ 、 $L_{01}$ 、 $L_{02}$ 、 $L_1$ 、 $L_2$  の寸法を  $1L$  以上、 $2L$  以上、 $4L$  以上、 $8L$  以上、 $16L$  以上とすると共に、これらの内の何れの 2 つも互いの長さの差を  $1L$  以上に設定した光ファイバジャイロ。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 8 7 2 4 3

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 1 0 7 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 5 年 7 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

氏 名

日本航空電子工業株式会社